

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : F02M 51/06, 59/46, 47/02, F16K 31/00, H01L 41/08	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/18346 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 15. April 1999 (15.04.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/05922 (22) Internationales Anmeldedatum: 17. September 1998 (17.09.98) (30) Prioritätsdaten: 197 44 235.8 7. Oktober 1997 (07.10.97) DE 198 26 830.0 16. Juni 1998 (16.06.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FEV MOTORENTECHNIK GMBH & CO. KOMMANDITGESELLSCHAFT [DE/DE]; Neuenhofstrasse 181, D-52078 Aachen (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GÜRICH, Gunter [DE/DE]; Eburonenwinkel 6, D-52074 Aachen (DE). LAUMEN, Hermann, Josef [DE/DE]; Nygen 21, D-52525 Heinsberg (DE). SCHMÜCKER, Karl, Joachim [DE/BE]; Johbergstrasse 12, B-4731 Eynatten (BE). DÜSTERHÖFT, Martin [DE/DE]; Steinkaulstrasse 5, D-52070 Aachen (DE). (74) Anwälte: LANGMAACK, Jürgen usw.; Postfach 51 08 06, D-50944 Köln (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: DE, JP, US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

(54) Title: INJECTION NOZZLE WITH A PIEZOELECTRIC ACTUATOR

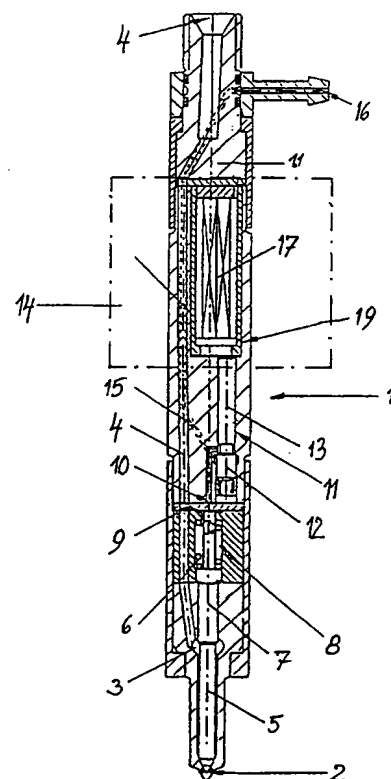
(54) Bezeichnung: EINSPRITZDÜSE MIT PIEZOELEKTRISCHEM AKTUATOR

(57) Abstract

The invention relates to an injection nozzle, especially a fuel injection nozzle on a piston internal combustion engine, comprising a support body (1) in which a hydraulically actuated control valve (11) is positioned, a hydraulic stroke multiplier with a working piston (13) being allocated to said control valve (11). The working piston (13) is impinged upon by a transmission fluid. The inventive injection nozzle also has a displacement part (19) which is connected to the piezoelectric body (17), said piezoelectric body being arranged in an elastic capsule (18) which is rigidly fixed to the support body (1) at one end and whose other end forms the displacement part (19) of the stroke multiplier.

(57) Zusammenfassung

Der Erfindung betrifft eine Einspritzdüse, insbesondere Kraftstoffeinspritzdüse an einer Kolbenbrennkraftmaschine, mit einem Trägerkörper (1), in dem ein hydraulisch betätigbares Schaltventil (11) angeordnet ist, dem ein hydraulischer Wegübersetzer mit einem Arbeitskolben (13) zugeordnet ist, der mit einer Übertragungsflüssigkeit beaufschlagbar ist, und mit einem Verdrängerteil (19), das mit einem piezoelektrischen Körper (17) verbunden ist, der in einer federnden Kapsel (18) angeordnet ist, die mit einem Ende am Trägerkörper (1) fest eingespannt ist und deren anderes Ende den Verdrängerteil (19) des Wegübersetzers bildet.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TC	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Bezeichnung: Einspritzdüse mit piezoelektrischem
Aktuator

Beschreibung

5

Einspritzdüsen, insbesondere Kraftstoffeinspritzdüsen an Kolbenbrennkraftmaschinen werden heute als sogenannte Common-Rail-Injektoren ausgebildet, bei denen in den Düsenstock das Schaltventil zur Betätigung der Düsennadel und auch die Ak-
10 tuatoren jeweils integriert sind. Elektromagnetische Aktuatoren haben den Nachteil, daß sie wegen der benötigten großen Kräfte ein großes Bauvolumen besitzen und daß die Einspritzdynamik elektromagnetisch betätigter Injektoren begrenzt ist. Bei elektromagnetischen Aktuatoren ist beispielsweise der mi-
15 nimale Abstand zwischen einer Vor- und einer Haupteinspritzung beschränkt oder es kommt wegen der langen Schaltdauer zu verhältnismäßig langen Spritzdauern. Die Begrenzung in der Dynamik führt weiterhin dazu, daß Einspritzmengen von 1,5 bis 2 mm³ kaum unterschritten werden können, wenn keine Einbußen
20 in der Reproduzierbarkeit toleriert werden dürfen.

Weitaus bessere Ergebnisse in bezug auf die Dynamik und Reproduzierbarkeit lassen sich mit piezoelektrischen Aktuatoren erzielen. Hierbei haben sich die besonderen dynamischen Ei-
25 genschaften und auch die erzielbaren hohen Stellkräfte von piezoelektrischen Aktuatoren als vorteilhaft herausgestellt.

Ein Nachteil der piezoelektrischen Aktuatoren besteht in der geringen Dehnung von nur etwa 0,1% der Länge des einzelnen
30 Piezoelementes. Darüber hinaus kann die piezoelektrische Dehnung von der thermischen Dehnung des Materials überdeckt werden. Je nach Temperaturfeld, in dem der Aktuator betrieben werden soll, wird der nutzbare Aktuatorweg reduziert oder ganz aufgebraucht. Aus diesem Grund wird bei der Anwendung
35 eines piezoelektrischen Aktuators ein thermischer Dehnungsausgleich eingesetzt, der meist durch ein hydraulisches Element gebildet wird. Darüber hinaus ist eine Wegübersetzung nötig, um den geringen Schaltweg der Piezoelemente in die

zur Betätigung der Schaltventile an Einspritzdüsen nötigen Weglängen zu vergrößern.

Beim Betrieb von piezoelektrischen Aktuatoren herrschen in
5 den Piezoelementen hohe elektrische Feldstärken von ca. 1 bis
2 kVmm⁻¹. Da je nach technischer Ausführung der Aktuatoren
die Elektroden bis auf die Oberfläche geführt sind, ist eine
sehr gute Isolation nötig. Die Isolation ist so zu wählen,
10 daß sie allen Umwelteinflüssen standhält, in denen die Aktua-
toren eingesetzt werden. Besonders beim Einsatz in aggressiver
Umgebung ist diese Forderung von Bedeutung. So ist beispiels-
weise eine erhöhte Luftfeuchte von beispielsweise 65 bis 75%
bei 45 bis 65°C für derartige Aktuatoren schon eine aggressi-
ve Umgebung. Zusätzlich sind alle metallischen Verbindungen
15 oder Flüssigkeiten mit gelösten Metallen von der Oberfläche
der Piezoelemente fernzuhalten. Dies bedeutet, daß bei der
Verwendung als Aktuator für eine Kraftstoffeinspritzdüse be-
sondere Maßnahmen zu treffen sind, damit der Kraftstoff mit
den piezoelektrischen Elementen nicht in Berührung kommt.

20

Da es sich bei den technisch eingesetzten Materialien mit
piezoelektrischem Effekt um Keramiken handelt, ist darauf zu
achten, daß diese im Betrieb keinen Zugkräften ausgesetzt
werden. Zugkräfte würden zur sofortigen Zerstörung der piezo-
25 elektrischen Keramik führen. Daher müssen die einen piezo-
elektrischen Aktuator bildenden Piezoelemente über Federele-
mente vorgespannt werden. Dies erfolgt zur Verminderung der
Baugröße bisher mittels Tellerfedern.

30 Der Nachteil der bisher verwendeten Anordnung bestand vor al-
lem in einer erheblichen Baugröße, die insbesondere bei der
Anwendung in Kolbenbrennkraftmaschinen mit ihrem beschränkten
Bauraum störend ist.

35 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine schlankbauende
Einspritzdüse mit piezoelektrischem Aktuator zu schaffen,
durch die die vorstehend angegebenen Nachteile vermieden wer-
den.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Einspritz-
düse, insbesondere Kraftstoffeinspritzdüse an einer Kolben-
brennkraftmaschine, mit einem Trägerkörper, in dem ein hy-
5 draulisch betätigbares Schaltventil angeordnet ist, dem ein
hydraulischer Wegübersetzer mit einem Arbeitskolben zugeord-
net ist, der mit einer Übertragungsflüssigkeit beaufschlagbar
ist, und mit einem Verdrängerteil, das mit einem piezoelek-
trischen Aktuator verbunden ist, der in einer federnden Kap-
10 sel angeordnet ist, die mit einem Ende am Trägerkörper fest
eingespannt ist und deren anderes Ende den Verdrängerteil des
Wegübersetzers bildet. Während bei der vorbekannten Verwen-
dung von Tellerfedern zur Erzeugung der Vorspannkräfte die
Baulänge einer derartigen Einspritzdüse sowohl in der Länge
15 als auch im Durchmesser vergrößert wurde, bietet die erfin-
dungsgemäße Anordnung einer federnden Kapsel, die den piezo-
elektrischen Aktuator umfaßt, den Vorteil, daß praktisch kei-
ne zusätzliche Baulänge benötigt wird.

20 In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist
vorgesehen, daß der den Verdrängerteil bildende Teil der Kap-
sel als Kolben ausgebildet ist. Die bisher übliche Abdichtung
des piezoelektrischen Aktuators gegenüber der Übertragungs-
flüssigkeit mit Hilfe einer Membran machte im Hinblick auf
25 die geringen Arbeitswege des piezoelektrischen Aktuators eine
sehr genaue mechanische Ankopplung zwischen dem piezoelektri-
schen Aktuator und der Membran nötig. Da eine Membran auch
nur eine begrenzte Dehnung zuläßt, war nicht nur eine sehr
genaue Fertigung erforderlich, sondern es mußten bei den ge-
30 forderten Stellwegen auch relativ große Membrandurchmesser
eingehalten werden. Demgegenüber liegt der Vorteil der erfin-
dungsgemäßen Ausgestaltung darin, daß der Verdrängerteil der
Kapsel als Kolben ausgebildet ist, auf dem sich die piezo-
elektrische Körper des Aktuators über die Federvorspannung
35 unmittelbar anpressen kann. Die Ausbildung als Kolben erlaubt
hierbei nicht nur geringe Baudurchmesser sondern auch die
Verwirklichung eines jeden mit piezoelektrischen Körpern ver-
wirklichbaren Stellweges.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß für die Abstützung des piezoelektrischen Körpers in der Kapsel ein Einsatzteil vorgesehen ist. Dies hat
5 den Vorteil, daß die Anforderungen an Planparallelität und Genauigkeit eingehalten werden können, die an die Oberflächen gestellt werden, zwischen denen ein piezoelektrischer Körper eingespannt wird. Durch die Verwendung eines Einsatzteiles wird die Fertigung der inneren Anlagefläche in der Kapsel er-
10 leichtert.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Kapsel rohrförmig ausgebildet ist. Hierdurch ist eine einfache Anpassung an die meist zylindrische
15 Form des piezoelektrischen Körpers mit nur geringem Zwischenraum zwischen piezoelektrischem Körper und Kapselwandung möglich. In besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist dabei vorgesehen, daß zumindest eine Teillänge der Kapsel als Feder ausgebildet ist. Durch die Wahl entsprechender Geometrien für
20 die Kapsel lassen sich auf nur geringem Raum Federn mit hoher Vorspannkraft gestalten.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Kapsel den piezoelektrischen Körper flüssigkeitsdicht umschließt. Dadurch können
25 die Anforderungen an die Abdichtung des als Verdrängerkolben ausgebildeten Teils der Kapsel vermindert werden, so daß auch Leckagen zulässig sind, da durch die Kapsel der piezoelektrische Körper gegenüber der Leckflüssigkeit abgeschlossen ist.

30 In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die federnde Teillänge der Kapsel durch ein Wellrohr gebildet wird. In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die federnde Teillänge durch ein dünnwandiges Rohr gebildet wird. Hierbei werden die Federeigenschaften der Rohrgeometrie und/oder des Rohrmaterials ausgenutzt.
35

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die federnde Teillänge der Kapsel von einem

Leckageraum umschlossen ist, der mit der Übertragungsflüssigkeit gefüllt ist. In vorteilhafter weiterer Ausgestaltung ist hierbei vorgesehen, daß der Leckageraum über ein Befüllventil mit der Druckflüssigkeitsversorgung in Verbindung steht.

5 Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, daß über den Leckageraum die zwischen dem Arbeitskolben und dem Verdrängerteil vorhandene Übertragungsflüssigkeit entsprechend dem Abgang durch Leckage nachgefüllt werden kann und gleichzeitig auch bei einer Ausdehnung der Übertragungsflüssigkeit infolge Temperaturerhöhung ein entsprechender Abfluß erzielt werden
10 kann, so daß die "Schaltgeometrie" zwischen dem piezoelektrischen Aktuator einerseits und dem Schaltventil andererseits auch bei wechselnden Temperaturen eingehalten werden kann. Durch den Leckagefluß kann eine Kühlung des piezo-
15 elektrischen Körpers bewirkt werden, sei es über die Wandung seiner Kapsel, sei es durch direkten Kontakt mit der Flüssigkeit.

In Ausgestaltung der Erfindung kann die Kapsel mit ihrem Verdrängerteil entweder einstückig stoffschlüssig verbunden sein
20 oder aber auch zweiteilig ausgebildet sein, wobei die Verbindung zwischen der Kapsel und dem Verdrängerteil flüssigkeitsdicht ausgebildet sein muß.

25 Die Erfindung wird anhand schematischer Zeichnungen von Ausführungsbeispielen näher erläutert, denen weitere Merkmale der Erfindung zu entnehmen sind. Es zeigen:

Fig. ein Einspritzventil im Längsschnitt, und die
30 nachfolgenden Figuren in größerem Maßstab, nämlich den Bereich A des Aktuators,

Fig. 2 eine Ausführungsform mit einer als Wellrohr
ausgebildeten Kapselfeder,

35 Fig. 3 eine zweite Ausführungsform mit einer als Wellrohr ausgebildeten Kapselfeder,

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform mit einer als Wellrohr ausgebildeten Kapselfeder,

5 Fig. 5 eine Ausführungsform mit einer geschlossenen Rohrfeder,

Fig. 6 eine Ausführungsform mit einer geschlitzten Rohrfeder und einem als Kolben ausgebildeten Verdrängerteil,
10

Fig. 7 eine Ausführungsform mit einer geschlitzten Rohrfeder und einem als Membran ausgebildeten Verdrängerteil.
15

Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel einer Kraftstoffeinspritzdüse weist einen Trägerkörper 1 auf, der an einem Ende mit der eigentlichen Düse 2 versehen ist, die mit einem Druckraum 3 in Verbindung steht, der über einen Zuleitungskanal 4 mit dem einzuspritzenden Kraftstoff in Verbindung steht..
20

Die Einspritzdüse 2 ist hierbei als Ventil ausgebildet, deren Düsenöffnungen 2.1 durch eine Düsennadel 5 mit Hilfe einer Schließfeder 6 verschlossen werden. Das der Einspritzdüse abgekehrte Ende der Düsennadel 5 ist als Kolben 7 ausgebildet, der in einem Schaltzylinder 8 geführt ist, in dem auch die Schließfeder 6 angeordnet ist. Der Schaltzylinder 8 steht über eine Drossel 9 mit dem unter dem Einspritzdruck stehenden Zuleitungskanal 4 in Verbindung, so daß in geschlossenem Zustand sowohl im Schaltzylinder 8 als auch im Druckraum 3 der gleiche Druck herrscht und über die Kraft der Schließfeder 6 in Schließstellung gehalten wird. Der Schaltzylinder 8 steht über eine Drosselöffnung 10 mit einem Schaltventil 11 in Verbindung, das bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel als 2/2-Wege-Servoventil ausgebildet ist. Der Schieberkörper 12 des Schaltventils 11 ist mit einem Arbeitskolben 13 verbunden, der Teil eines hydraulischen Wegübersetzers an ei-
25
30
35

nem piezoelektrischen Aktuator 14 ist. Der Aufbau des piezoelektrischen Aktuators 14 mit seinem hydraulischen Wegübersetzer wird nachstehend anhand der Figuren 2 bis 7 für verschiedene Ausführungsformen näher erläutert.

5

Das Schaltventil 11 ist als druckentlastetes Servoventil ausgebildet und steht über einen Ablaßkanal 15 mit einem Leckageablaß 16 in Verbindung.

10 Die in Fig. 1 dargestellte Kraftstoffeinspritzdüse ist Teil eines Common-Rail-Systems, d. h. der zuzuführende Kraftstoff steht unter einem vorgegebenen Vordruck. Wird entsprechend der Ansteuerung der Düse über den piezoelektrischen Aktuator und das Schaltventil 11 der Entlastungsdruck im Schaltzylinder 8 abgelassen, dann wird durch den Vordruck des im Druckraum 3 anstehenden Kraftstoffs gegen die Kraft der Schließfeder 6 die Düsennadel 5 angehoben und die Einspritzdüse freigegeben. Sobald der piezoelektrische Aktuator inaktiviert wird, schließt das Schaltventil, so daß unter dem Einfluß der 15 Schließfeder 6 und dem über die Drosselöffnung 9 erfolgenden Druckaufbau im Schaltzylinder 8 die Düsennadel 5 in Schließstellung vorgeschoben wird.

Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform des piezoelektrischen Aktuators 14 zeigt einen piezoelektrischen Körper 17, 25 der in einer federnden Kapsel 18 angeordnet ist, die mit ihrem einen Ende fest am Trägerkörper 1 eingespannt ist. Das andere Ende der Kapsel 18 ist als Verdrängerteil 19 des hydraulischen Wegübersetzers ausgebildet. Bei der hier dargestellten Ausführungsform ist der Verdrängerteil 19 als Kolben 30 ausgebildet. Über elektrische Zuleitungen 17.1 steht der piezoelektrische Körper 17 mit einer steuerbaren Stromversorgung in Verbindung.

35 Der als Kolben ausgebildete Verdrängerteil 19 ist in einem als Zylinder ausgebildeten Teil des Trägerkörpers 1 geführt und begrenzt einen Aufnahmeraum 20 für eine Übertragungsflüssigkeit. Mit diesem Aufnahmeraum 20 für die Übertragungsflüs-

sigkeit steht auch der Kolben 13 des Schaltventils 11 in Verbindung. Die Anordnung ist hierbei so getroffen, daß die Kolbenfläche des Verdrängerteils 19 um ein Mehrfaches größer ist als die Kolbenfläche des Kolbens 13 am Schaltventil, so daß schon geringfügige Verschiebungen des Verdrängerteils 19 zu entsprechend größeren Verschiebewebewegungen des Kolbens 13 führen und damit eine entsprechende Wegübersetzung erzielt wird.

Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt eine Kapsel 18, bei der das dem Verdrängerteil 19 abgekehrte Ende als Wellrohr ausgebildet ist und damit eine Feder bildet. Die Kapsel 18 ist flüssigkeitsdicht ausgebildet und auch flüssigkeitsdicht mit dem Trägerkörper 1 des Einspritzventils verbunden, so daß der piezoelektrische Körper 17 nicht in Kontakt mit der Flüssigkeit, d. h. dem einzuspritzenden Kraftstoff treten kann. Der federnde Teil der Kapsel 18 ist von einem Leckageraum 21 umschlossen.

Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel steht der Aufnahme- raum 20 mit einem Befüllventil 22 in Verbindung, so daß durch die Vorgabe konstanter Druckverhältnisse im Aufnahme- raum 20 temperaturbedingte Änderungen des Systems und Leckagen über den Verdrängerteil 19 sowie den Kolben 13 ausgeglichen werden können. und damit eine einwandfreie und reproduzierbare "Betätigungsgeometrie" für das Schaltventil 11 gewährleistet ist.

Die Ausführungsform in Fig. 3 zeigt eine Abwandlung der Ausführungsform gem. Fig. 2. Während bei der Ausführungsform gem. Fig. 2 der Verdrängerteil 19 als einstückig stoffschlüssiges Teil der Kapsel 18 ausgebildet ist, weist die Ausführungsform gem. Fig. 3 aus fertigungstechnischen Gründen einen zweiteiligen Aufbau auf. Bei dieser Ausführungsform ist die Kapsel 18 praktisch als Rohrkörper ausgebildet und an ihrem den Verdrängerteil 19 bildenden Ende zweiteilig ausgeführt, wobei der Verschluß des Verdrängerteils 19 durch einen Einsatzteil 23 gebildet wird, der fest und flüssigkeitsdicht

eingesetzt ist. Durch diese Maßnahme kann die Planparallelität zwischen der Auflagefläche 24 am Einsatzteil 23 und der Fläche 25 an einem Spannstück 26 gewährleistet werden.

- 5 Die Vorspannung des piezo-elektrischen Körpers 17 mit Hilfe der als Feder ausgebildeten Kapsel 18 erfolgt in der Weise, daß nach dem Einsetzen der Kapsel und dem Einsetzen des piezoelektrischen Körpers das Spannstück 26 aufgesetzt wird, das mit Hilfe eines Kopfteils 1.1 des Trägerkörpers 1 in einer
10 entsprechenden Ausnehmung am Trägerkörper 1 eingepreßt wird. Durch eine entsprechende Zusammendrückung des Wellrohrteils ergibt sich dann die auf den piezoelektrischen Körper 17 wirkende Vorspannkraft.
- 15 Die Kapsel 18 mit eingesetztem piezoelektrischen Körper 17 und Spannstück 26 kann auch als vorgefertigtes einbaufähiges Teil ausgebildet sein. In diesem Fall ist das Spannstück 26 mit der Kapsel 18 fest und dicht verbunden. Die Verbindung zwischen der Kapsel 18 und dem Spannstück 26 kann beispielsweise durch Schweißung (Fig. 2) oder durch Umformung des Randes (Fig. 3) erfolgen.
- 20

Während bei der Ausführungsform gem. Fig. 2 das Befüllventil 22 mit dem Aufnahmeraum 20 in Verbindung steht, ist bei der
25 Ausführungsform gem. Fig. 3 das Befüllventil 22 am Leckageraum 21 angeschlossen, so daß über die nicht zu vermeidende Leckage zwischen dem Aufnahmeraum 20 und dem Leckageraum 21 der entsprechende Ausgleich an Flüssigkeit infolge unterschiedlicher Wärmedehnungen und/oder Leckagen erfolgen kann.

- 30 Die Ausführungsform gem. Fig. 4 zeigt eine weitere Abwandlung der Ausführungsform gem. Fig. 2 und 3. Der Grundaufbau ist identisch, so daß hier gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Die Abweichung besteht hierbei im wesentlichen darin, daß die federnde Kapsel 18 mit ihrem dem
35 Kolben 13 zugekehrten Kapselende 27 nicht unmittelbar als Verdrängerteil wirkt, sondern daß hier noch ein besonderer Kolbenkörper 19.1 aufgeschoben ist. Das Kapselende 27 ist hier

mit einem Einsatzteil 23.1 versehen, das eine kalottenförmige Oberfläche 28 aufweist, über die sich das Einsatzteil 23 auf der Innenfläche des Kolbenkörpers 19.1 abstützt, so daß hier die erforderliche Planparallelität eingehalten werden kann.

5 Der Kolbenkörper 19.1 ist mit dem Kapselende 27 fest und flüssigkeitsdicht verbunden.

Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Leckgeraum 21 wiederum über ein Befüllventil 22 mit der Druckflüssigkeitsversorgung verbunden. Die Anordnung ist hierbei jedoch so getroffen, daß die erforderlichen Anschlüsse im wesentlichen in axialer Richtung des Einspritzventils ausgeführt werden können.

15 Die in Fig. 5 dargestellte Ausführungsform entspricht im wesentlichen der Ausführungsform gem. Fig. 2, so daß auf die vorstehende Beschreibung zu Fig. 2 verwiesen werden kann. Fig. 5 unterscheidet sich von der Ausführungsform gem. Fig. 2 lediglich dadurch, daß die Kapsel 18 in ihrem federnden Bereich 18.1 als reine Rohrfeder ausgebildet ist, d. h. daß die Rohrwandung entsprechend dünn ausgebildet ist und so die erforderliche federnde Nachgiebigkeit erzielt wird.

Die Ausführungsform gem. Fig. 6 entspricht im wesentlichen ebenfalls der Ausführungsform gem. Fig. 5. Der Unterschied besteht hierbei jedoch darin, daß die federnden Eigenschaften des Teils 18.2 der Kapsel 18 statt durch die Wandstärke durch die Anordnung von tangentialen Schlitten 29 erreicht wird, die alternierend um jeweils 90° versetzt gegeneinander angeordnet sind. Mit dieser Lösung erhält man eine Reihe von Biegebalken, die eine Viertelkreisbahn beschreiben.

Bei der Ausführungsform gem. Fig. 6 muß das als Kolben ausgebildete Verdrängerteil 19 über eine Dichtung 30 zuverlässig abgedichtet geführt werden, um sicherzustellen, daß in den Freiraum 31 keine Leckageflüssigkeit eintreten kann, die dann über die Schlitten 29 mit dem piezoelektrischen Körper 17 in Kontakt treten kann.

Die Ausführungsform gem. Fig. 7 zeigt eine Abwandlung der Ausführungsform gem. Fig. 6. Bei dieser Ausführungsform ist die über die Schlitze 29 als Rohrfeder ausgebildete Kapsel auf einer den Verdrängerteil bildenden Membran 19.2 abgestützt.

Insbesondere die anhand von Fig. 6 und 7 beschriebenen Ausführungsformen, aber auch alle anderen beschriebenen Ausführungsformen gehen von einer Abdichtung des piezoelektrischen Körpers 17 aus, wobei die Kühlung über den vom Fluid durchströmten Leckageraum erfolgen kann.

Bei Aktuatoren mit hoher Leistung, beispielsweise einer hohen Schalalthäufigkeit, wie sie bei Einspritzventilen an Verbrennungsmotoren gegeben ist, wird der Wärmeabfluß durch die Luft zwischen dem piezoelektrischen Körper 17 und der Innenwandung der federnden Kapsel 18 spürbar behindert.

In diesen Fällen wird gemäß einer Ausführung der Erfindung die federnde Kapsel 18 mit Durchgangsbohrungen, oder wie bei der Ausführungsform gem. Fig. 6, mit Schlitzen 29 versehen, jedoch auf die Abdichtung 30 verzichtet, so daß der Leckageraum 21 (vgl. Fig. 2 bis 5) oder der Freiraum 31 und damit auch der Innenraum der federnden Kapsel 18 sich mit Leckageflüssigkeit füllen oder gezielt von Flüssigkeit durchströmt und gekühlt werden kann. Der piezoelektrische Körper 17 ist für diese Ausführungsart mit einem Isoliermantel, beispielsweise aus einem Kunstharz oder einer Keramik versehen, der gegen chemische, thermische, elektrische und dergl. Einflüsse widerstandsfähig ist, jedoch hinreichend dauerelastisch ist. Da der Isoliermantel nur eine geringe Wandstärke aufweist, ist in Verbindung mit der Flüssigkeitsdurchströmung des Freiraums 31 die erforderliche Wärmeabfuhr gewährleistet. Damit wird nicht nur eine Kühlung des piezoelektrischen Körpers 17 gewährleistet, sondern es kann auf eine aufwendige Dichtung 30 (Fig. 6) oder dichtende Membrananordnung 19.2 (Fig. 7) verzichtet werden.

- Auch bei den Ausführungsformen gem. Fig. 2 bis Fig. 5 kann entsprechend die federnde Kapsel 18 mit Durchgangslöchern zu versehen, die einen Flüssigkeitsaustausch zwischen dem Leck-
5 geraum 21 und dem Innenraum der Kapsel 18 ermöglichen. Der durch die Leckagen bedingte zwangsweise Flüssigkeitsaustausch und der dadurch bewirkte Wärmeabfluß genügt zur Kühlung des piezoelektrischen Körpers 17.
- 10 Die Erfindung wurde anhand eines Ausführungsbeispiels für ein Schaltventil 11 in Form eines 2/2-Wege-Servoventils beschrieben. Es ist aber auch möglich, den vorstehend beschriebenen piezoelektrischen Aktuator mit seinem hydraulischen Wegübersetzer auch in Verbindung mit einem 3/2-Wege-
15 Servoventil oder aber auch mit einem direktbetätigten druckentlasteten Schaltventil einzusetzen.

Ansprüche

1. Einspritzdüse, insbesondere Kraftstoffeinspritzdüse an einer Kolbenbrennkraftmaschine, mit einem Trägerkörper (1), in dem ein hydraulisch betätigbares Schaltventil (11) angeordnet ist, dem ein hydraulischer Wegübersetzer mit einem Arbeitskolben (13) zugeordnet ist, der mit einer Übertragungsflüssigkeit beaufschlagbar ist, und mit einem Verdrängerteil (19; das mit einem piezoelektrischen Körper (17) verbunden ist, der in einer federnden Kapsel (18) angeordnet, die mit einem Ende am Trägerkörper (1) fest eingespannt ist und deren anderes Ende den Verdrängerteil (19) des Wegübersetzers bildet.
2. Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrängerteil (19) der Kapsel (18) als Kolben ausgebildet ist.
3. Einspritzdüse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die Abstützung des piezoelektrischen Körpers (17) ein Einsatzteil (23) vorgesehen ist.
4. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) rohrförmig ausgebildet ist.
5. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Teillänge der Kapsel (18) als Feder ausgebildet ist.
6. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) den piezoelektrischen Körper (17) flüssigkeitsdicht umschließt.
7. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die federnde Teillänge der Kapsel (18) durch ein Wellrohr gebildet wird.

8. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die federnde Teillänge der Kapsel (18) durch ein dünnwandiges Rohr (18.1) gebildet wird.
- 5 9. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die federnde Teillänge der Kapsel (18) von einem Leckageraum (21) umschlossen ist, der mit der Übertragungsflüssigkeit gefüllt ist.
- 10 10. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Leckageraum (21) über ein Befüllventil (22) mit der Druckflüssigkeitsversorgung in Verbindung steht.
- 15 11. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) mit dem Verdrängerteil (19) einstückig stoffschlüssig verbunden ist,
- 20 12. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) mit dem Verdrängerteil (19.1) zweiteilig ausgebildet ist.
- 25 13. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die federnde Teillänge durch eine Rohrfeder (18.1) gebildet wird, deren Außenfläche gegenüber dem Verdrängerteil (19.2) abgedichtet ist.
- 30 14. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) über Durchtrittsöffnungen (29) mit dem Leckageraum (21) in Verbindung steht und daß der piezoelektrische Körper (17) mit einem Isoliermantel umhüllt ist.
- 35 15. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapsel (18) einspannseitig mit einem Spannstück (26) versehen ist.
-

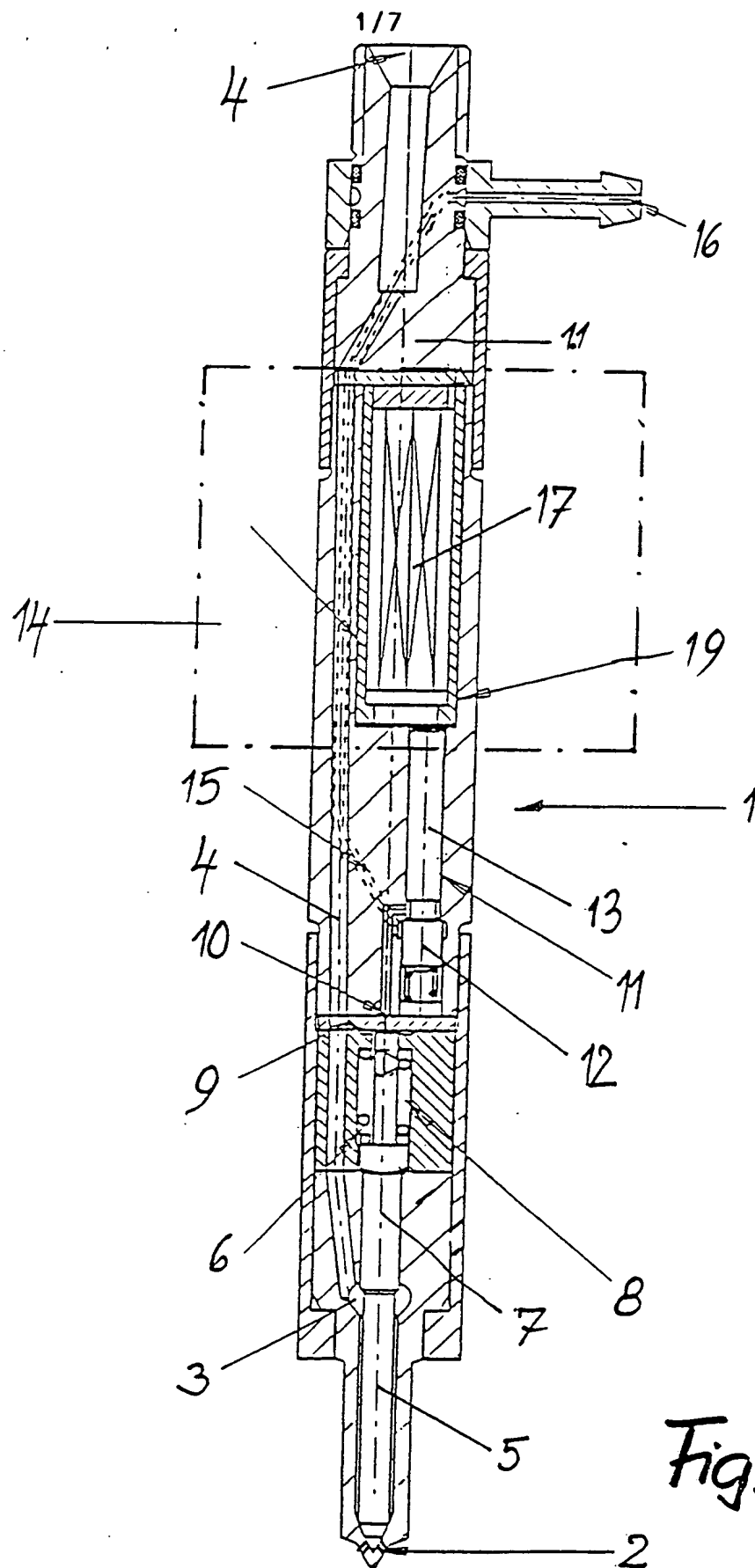


Fig. 1

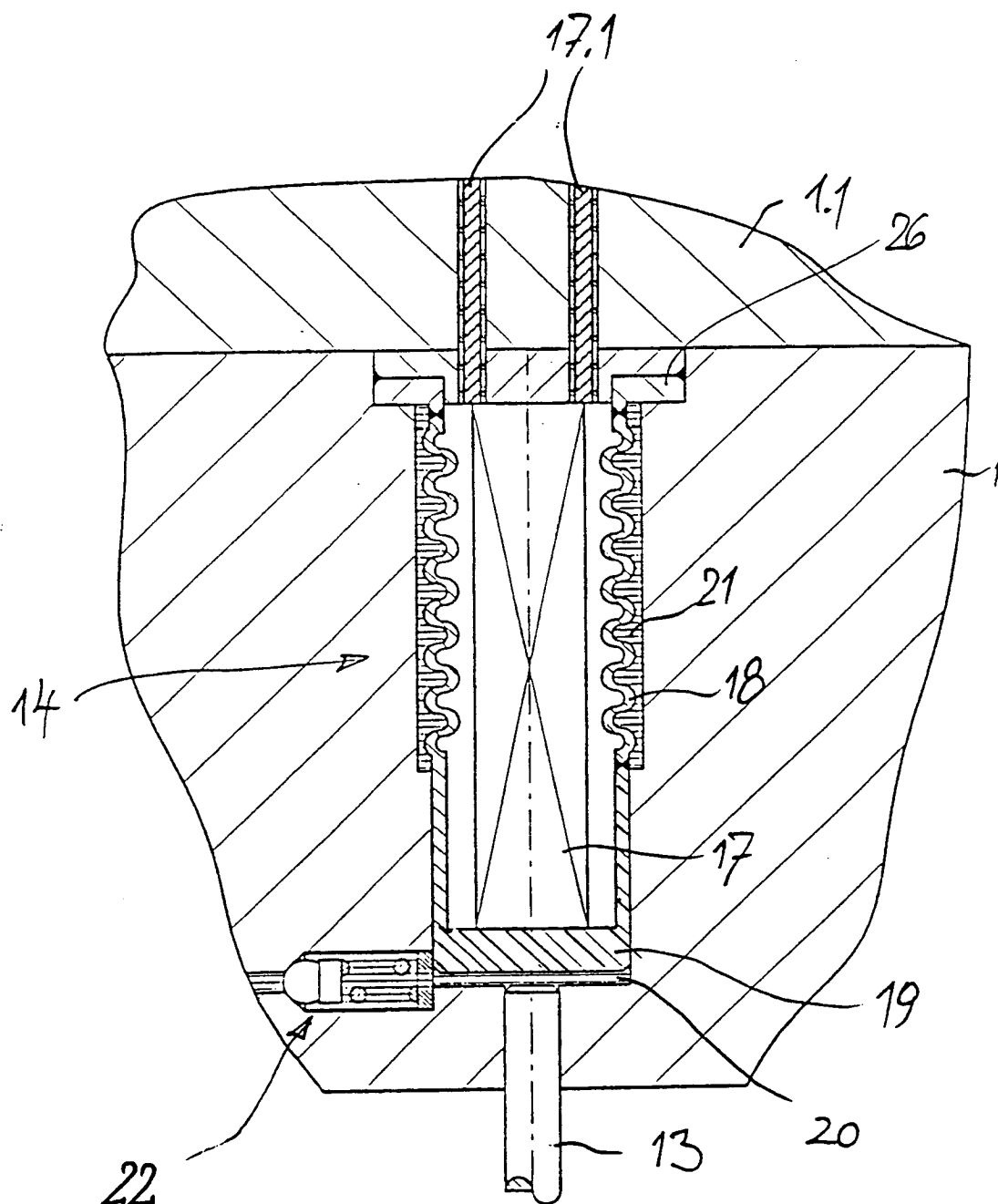


Fig. 2

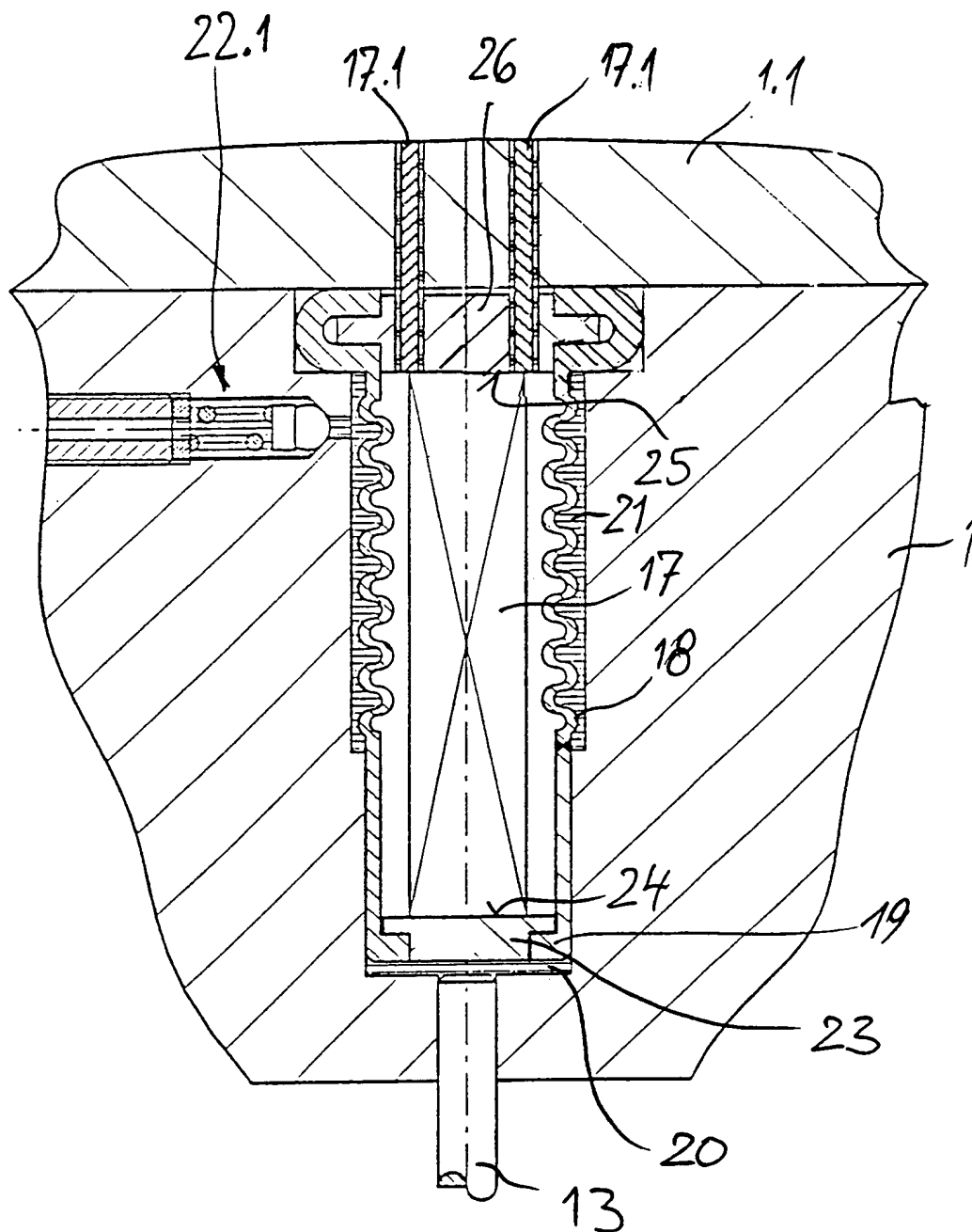


Fig. 3

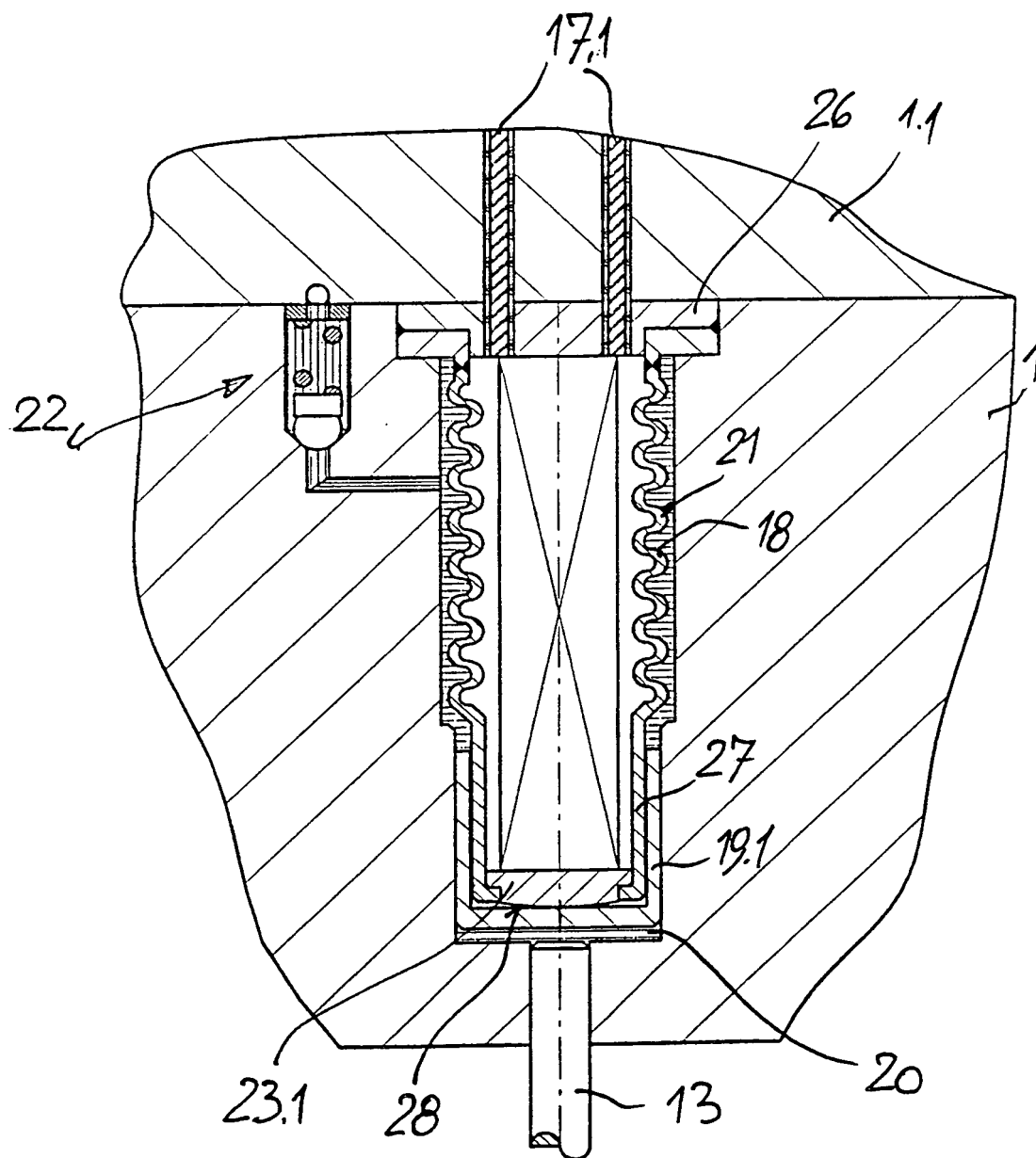


Fig. 4

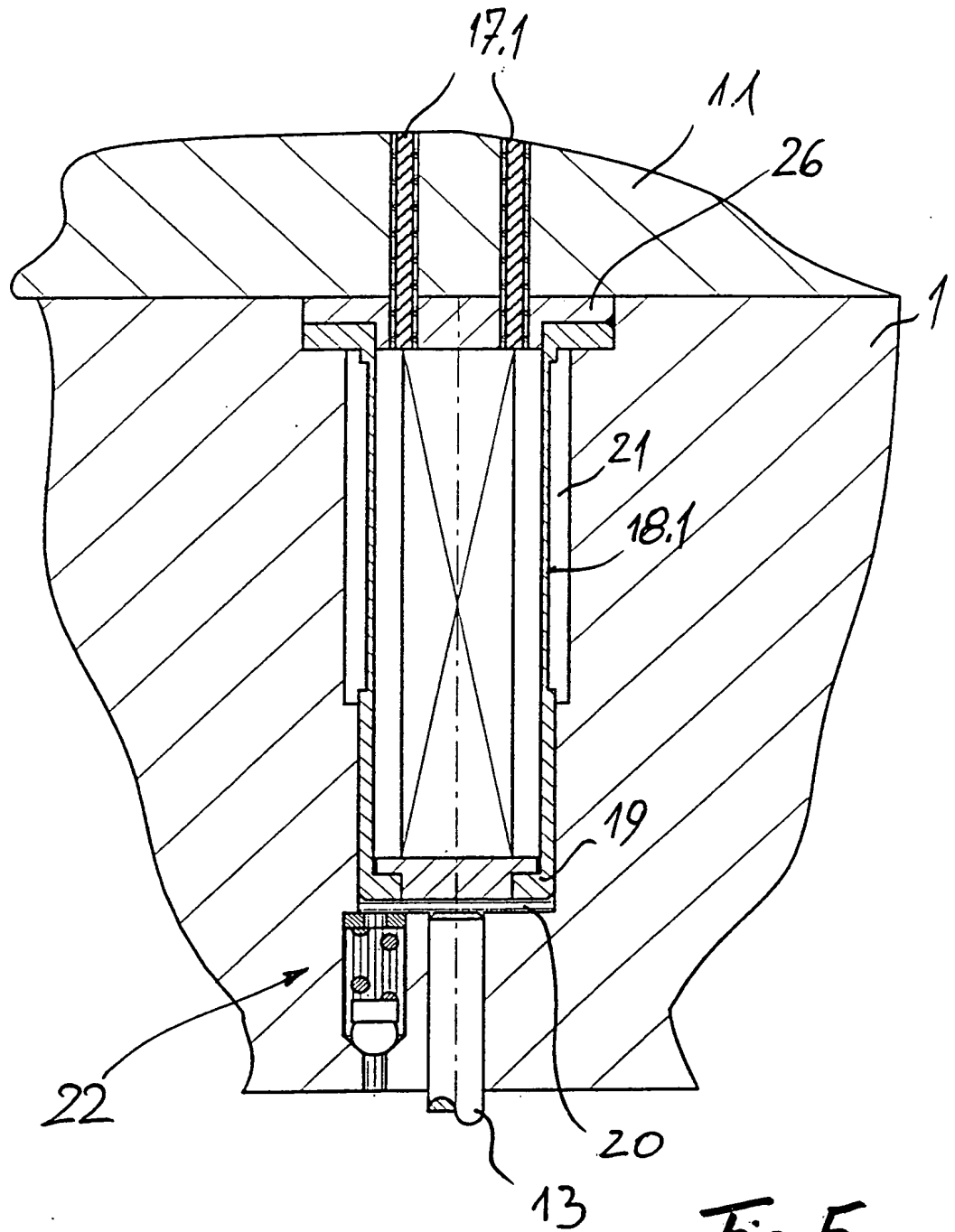


Fig. 5

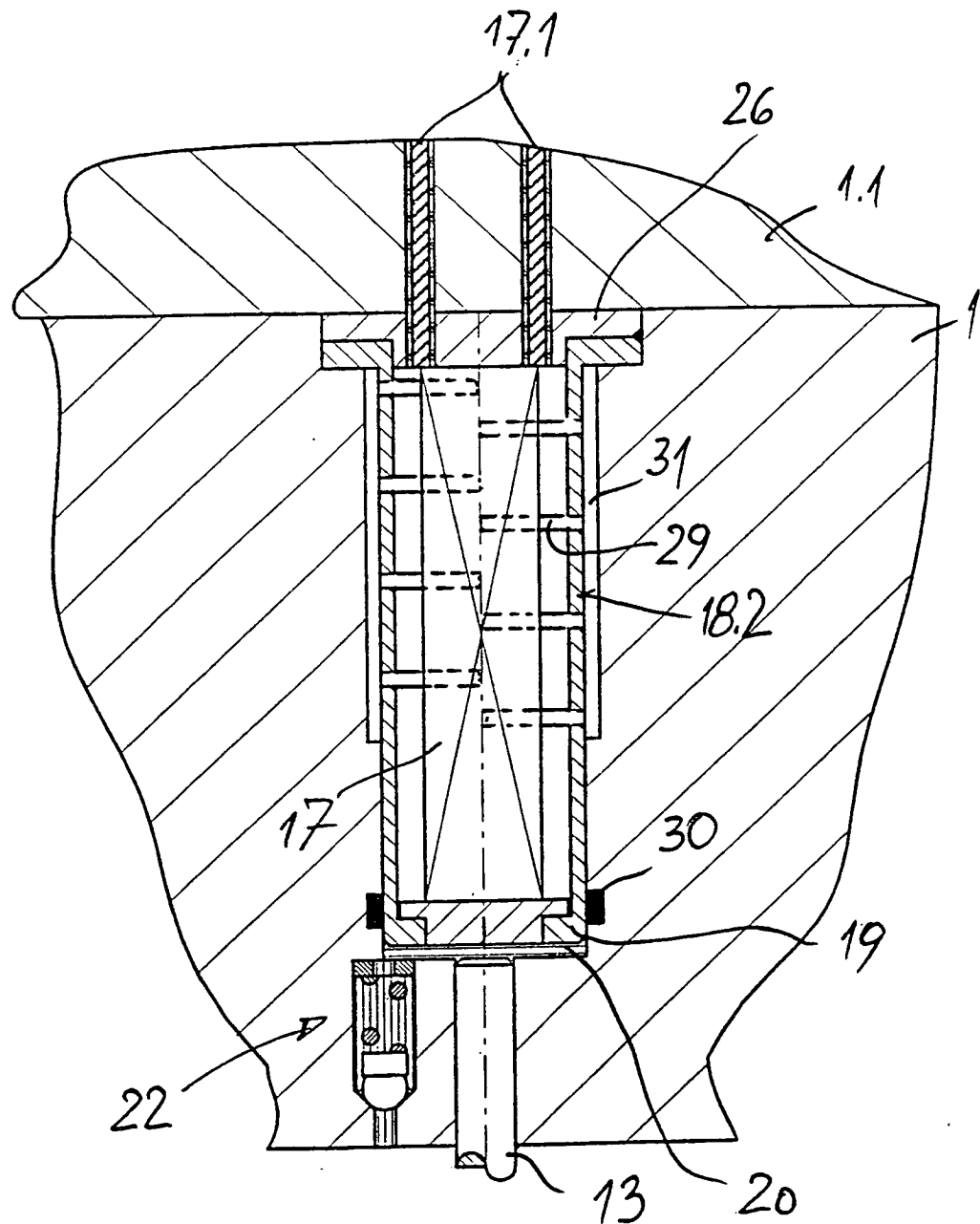


Fig. 6

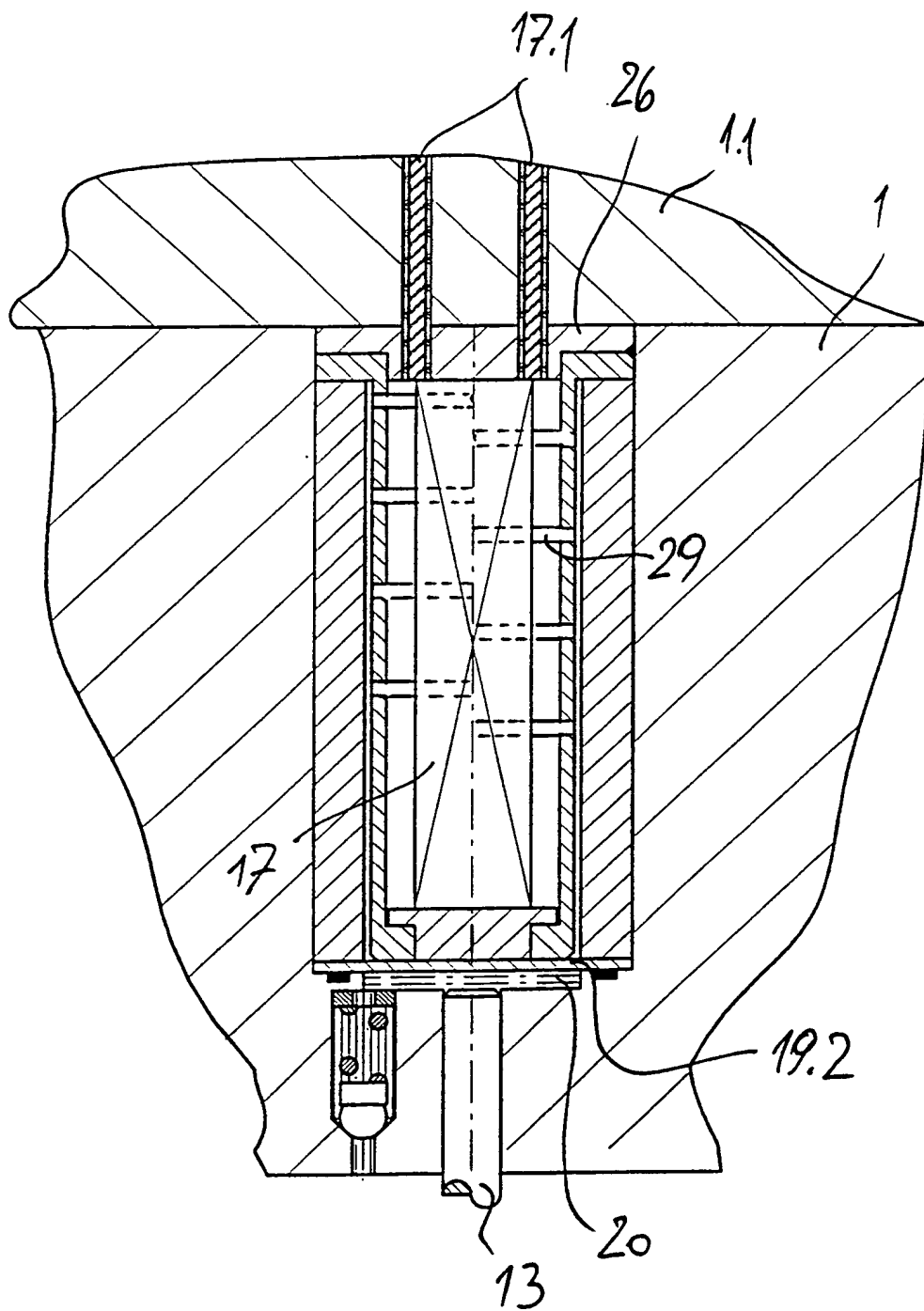


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 98/05922

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 F02M51/06 F02M59/46 F02M47/02 F16K31/00 H01L41/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F02M F16K H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 943 004 A (TAKAHASHI TAKESHI) 24 July 1990	1-5, 9, 11, 13-15
Y	see column 1, line 64 - column 5, line 13; figures	6-8, 12
Y	US 5 113 108 A (YAMASHITA OSAMU ET AL) 12 May 1992 see abstract; figures	6-8, 12
A	DE 195 19 192 C (SIEMENS AG) 5 June 1996 see column 2, line 58 - column 3, line 33; figure	1
A	US 4 803 393 A (TAKAHASHI TAKESHI) 7 February 1989 see column 3, line 26 - column 5, line 58; figures 1, 2	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 January 1999

Date of mailing of the international search report

28/01/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Torle, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/05922

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4943004	A	24-07-1990	JP 1178762 A	14-07-1989
			JP 2062454 C	24-06-1996
			JP 7094812 B	11-10-1995
			DE 3844134 A	13-07-1989
			GB 2213205 A,B	09-08-1989
US 5113108	A	12-05-1992	JP 2125673 A	14-05-1990
			JP 2125674 A	14-05-1990
DE 19519192	C	05-06-1996	WO 9637697 A	28-11-1996
			EP 0828935 A	18-03-1998
US 4803393	A	07-02-1989	GB 2193386 A,B	03-02-1988
			JP 63158301 A	01-07-1988

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Patentzeichen

PCT/EP 98/05922

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 F02M51/06 F02M59/46 F02M47/02 F16K31/00 H01L41/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 F02M F16K H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 943 004 A (TAKAHASHI TAKESHI) 24. Juli 1990	1-5, 9, 11, 13-15
Y	siehe Spalte 1, Zeile 64 - Spalte 5, Zeile 13; Abbildungen	6-8, 12
Y	US 5 113 108 A (YAMASHITA OSAMU ET AL) 12. Mai 1992 siehe Zusammenfassung; Abbildungen	6-8, 12
A	DE 195 19 192 C (SIEMENS AG) 5. Juni 1996 siehe Spalte 2, Zeile 58 - Spalte 3, Zeile 33; Abbildung	1
A	US 4 803 393 A (TAKAHASHI TAKESHI) 7. Februar 1989 siehe Spalte 3, Zeile 26 - Spalte 5, Zeile 58; Abbildungen 1, 2	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Januar 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/01/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Torle, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/05922

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4943004 A	24-07-1990	JP 1178762 A	14-07-1989
		JP 2062454 C	24-06-1996
		JP 7094812 B	11-10-1995
		DE 3844134 A	13-07-1989
		GB 2213205 A, B	09-08-1989
US 5113108 A	12-05-1992	JP 2125673 A	14-05-1990
		JP 2125674 A	14-05-1990
DE 19519192 C	05-06-1996	WO 9637697 A	28-11-1996
		EP 0828935 A	18-03-1998
US 4803393 A	07-02-1989	GB 2193386 A, B	03-02-1988
		JP 63158301 A	01-07-1988

This Page Blank (uspto)